

TECHNOLOGISCHE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER FRÜHGESCHICHTLICHEN KUPFER- UND EISENMETALLURGIE

Gerhard SPERL, Leoben

Die sichere Kenntnis davon, daß die frühgeschichtliche Eisenmetallurgie sich vor dem Hintergrund einer ausgereiften Kupfermetallurgie entwickelt hat, läßt die Untersuchung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden des Erzeugungsprozesses sinnvoll erscheinen. Wichtig wäre es festzustellen, welche Unterschiede dem frühen Metallurgen bewußt waren, um den Übergang von der Kupfererzeugung zur Eisentechnologie zu erklären. Das nachfolgende Schema (Bild 1) des Ablaufes der Kupfer- und Eisenerzeugung faßt unsere Kenntnisse über die wichtigsten Erzeugungsschritte am Beginn der Eisenzeit zusammen:

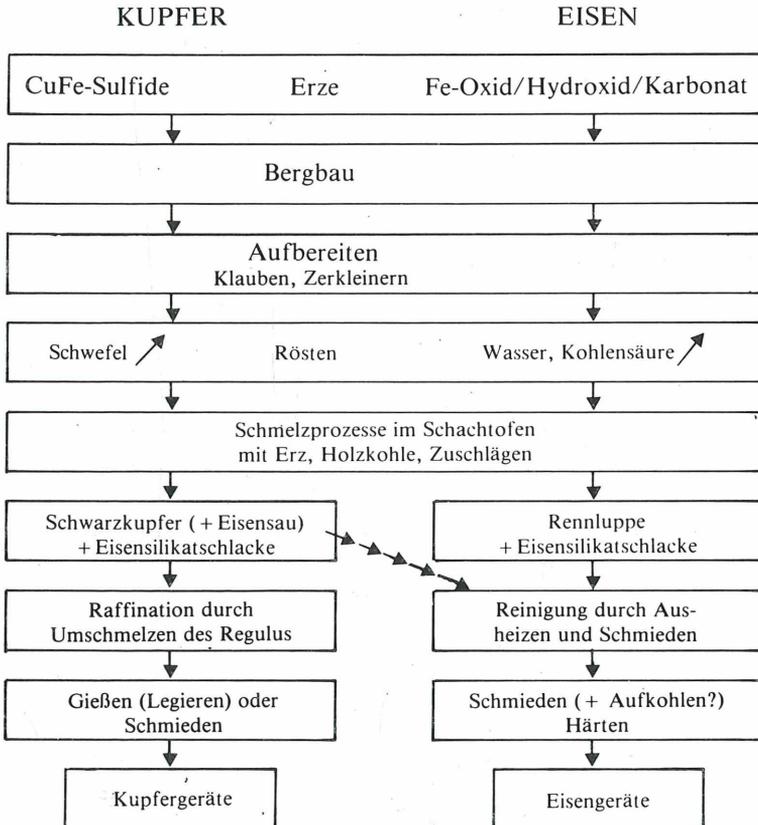


Bild 1 Schema frühgeschichtlicher Metallurgie

Die Lagerstätten der Kupfer- und Eisenerze liegen oft nahe beieinander; so finden sich in der Nähe des steirischen Erzberges Kupferlagerstätten, die nachweisbar bereits in der Bronzezeit ausgebeutet wurden, während sich die früheste Verhüttung der Eisenerze des Erzberges erst um 200 n. Chr. nachweisen läßt. Am Ende der Bronzezeit wurden im Alpenraum durchwegs sulfidische Kupfererze, hauptsächlich Kupferkies (Chalkopyrit, CuFeS_2) zur Kupfererzeugung verwendet. Es wäre naheliegend, den Eisenkies (Pyrit, FeS_2), ein Mineral, das mit dem Kupferkies eng verwachsen vorkommt und ihm sehr ähnelt, als zuerst verwendetes Eisenerz anzusehen, doch fehlt für diese These jeder archäologische Beweis. Das wichtigste Erz der Eisenzeit ist Brauneisenerz (Limonit, etwa FeOOH) zusammen mit anderen Oxiden und Hydroxiden des Eisens sowie der Eisenspat (Siderit, FeCO_3).

Die Erze beider Metalle wurden nach der Aufbereitung, die mit einer Anreicherung und Zerkleinerung verbunden war, geröstet. Beim Kupferkies bezweckte dies vor allem die Beseitigung des Schwefels, um auf Schwarzkupfer schmelzen zu können; die Eisenerze sollten durch die Röstung vom Ballast des Wassers oder der Kohlensäure befreit werden; gleichzeitig konnte dadurch das Erz leichter weiter zerkleinert werden.

Die Trennung des Metalls im Erz aus der Bindung mit dem Sauerstoff, die Reduktion, wurde überwiegend in Schachtöfen durchgeführt; solche Öfen haben, wie wir heute wissen, eine doppelte metallurgische Aufgabe, einerseits genügend Hitze zu erzeugen, um die erforderlichen Schmelztemperaturen zu erreichen, andererseits aber eine reduzierende Ofenatmosphäre zu sichern. Beides konnte durch Verwendung von Holzkohle als Brennstoff erreicht werden, da bei den Temperaturen um 1200° , wie sie in solchen Schachtöfen erreicht werden konnten, durch Reaktion der Verbrennungsgase mit festem Kohlenstoff die Ofenatmosphäre genügend Reduktionskraft besitzt, um sowohl Kupfer als auch Eisen aus dem Erz als Metall zu trennen. Diese chemische Wirkung der Ofengase ist beim verwendeten Verfahren des Ofenbetriebes nach bekannten Gesetzmäßigkeiten¹⁾ mit der Ofentemperatur verknüpft, sodaß der Schmelzer nur die Temperaturentwicklung beherrschen mußte, um sein Metall reduzieren zu können.

Das Problem der Wärmekonzentration in der Reduktionszone der Schachtöfen ist deshalb wohl der wichtigste Gesichtspunkt bei der Gestaltung der Öfen gewesen. Besondere Sorgfalt erforderte aber auch die Art und der Ort der Luftzufuhr, da diese die Lage der Reduktionszone und der Höhe der erreichbaren Temperatur wesentlich mitbestimmte. Für Variationen der Beschickung durch die Gichtöffnung blieb dem frühen Schmelzer hingegen wenig Spielraum.²⁾

Wenn auch bisher für die Erzeugung beider Metalle praktisch gleichartige Arbeitsgänge festzustellen sind, so hat der Schachtofenprozeß doch gewisse Unterschiede aufzuweisen, die den Zweck der Möllering betreffen: Der auffälligste Unterschied besteht darin, daß beim Kupferprozeß flüssiges Schwarzkupfer neben flüssiger Eisensilikatschlacke erzeugt wurde, während bei der Eisengewinnung eine feste Luppe neben einer flüssigen Eisensilikatschlacke anfiel. Eine gut flüssige Schlacke erleichtert in beiden Fällen die Trennung unerwünschter Bestandteile vom Metall; dies zu erreichen war wohl die schwierigste Aufgabe des Schmelzers.

Als wichtigstes Flußmittel für das Eisenoxid erwies sich Quarz, der in frühgeschichtlichen Schlacken oft als unaufgeschmolzener Bestandteil zu finden ist.³⁾ Zur Erreichung des niedrigschmelzenden Bereiches um den Fayalith ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) mußte der Kupferschmelzer bei Einsatz reinen Kupferkieses als Erzbasis etwa 20 Gewichtsteile Quarz je 100 GT Erz dem Möller zugeben; beim Eisen hingegen hing die Quarzzugabe mit der erreichbaren Eisenausbeute zusammen und erfordert beim realistischen Wert von 50 % Ausbeute bezogen auf den Eisenerzeinsatz 42 GT Quarz je 100 GT-Eisenoxid.³⁾ Die Schwierigkeit der frühgeschichtlichen Eisenerzeugung liegt darin, daß das Eisenoxid gleichzeitig Metallträger und Flußmittel war. Allerdings kann auch bei Kupfererzeugung bei hohen Temperaturen und zu geringen Quarzsätzen metallisches festes Eisen, die »Eisensau« anfallen und so den Schmelzprozeß behindern; dieses auch in frühgeschichtlicher Zeit mögliche Abfallprodukt könnte gleichzeitig ein anderer Weg aus der Metallurgie des Kupfers in die des Eisens gewesen sein.

Die Verfahren zur Beseitigung der unerwünschten Verunreinigungen mußten den erreichbaren Temperaturen (um 1200°) angepaßt werden: Kupfer (Schmelzpunkt 1083°) wurde durch wiederholtes Schmelzen von den spezifisch leichteren Schlacken und den leichter oxidierbaren Stoffen, besonders gelöstem Eisen, gereinigt; die Eisenluppe (Schmelzpunkt um 1500°) mußte im festen Zustand durch Schmieden von den verunreinigenden Schlacken getrennt werden.

Die vorangehenden Ausführungen sollten zeigen, daß die Neuerung in der Metallurgie beim Übergang von der Kupfer- zur Eisenerzeugung vor allem in der Erzeugung einer festen Luppe anstelle des flüssigen Metalles besteht; im Rahmen des üblichen Kupferprozesses konnte dies mehr oder weniger beabsichtigt erreicht werden durch:

1. Verhüttung von pyritreichem Kupfer oder reinem Pyrit anstelle des Kupferkieses.
2. Anfall einer Luppe als »Eisensau« bei zu stark reduzierender Ofenführung und zu geringem Quarzzusatz.
3. Verhüttung von eisenreichem Kupfererz bei hohen Temperaturen im Schacht-ofen und zu geringem Quarzzusatz (Kombination von 1 + 2).

Die Entwicklung der Eisenmetallurgie aus der Kupfermetallurgie durch Reduktion des Eisens aus dem ursprünglich sulfidischen Erz ist für alle Gebiete mit ausgereifter Kupfererzeugungstechnologie vorstellbar; der weitere Schritt zur archäologisch faßbaren Eisenerzeugung aus schwefelfreien Erzen trennt später die Prozesse von der Erzbasis her. Archäologisch gesicherte Beweise für diese Hypothese sind noch zu suchen.⁴⁾

Anmerkungen

- 1) E. Schürmann: Die Reduktion des Eisens im Rennfeuer. *Stahleisen*, 1958, S. 1297 — 1308
- 2) B. Osann: Rennverfahren und die Anfänge der Roheisenerzeugung. *Fachauschußbericht 9.001 des VDEh*, Düsseldorf 1971.
- 3) G. Sperl: Vergleichende Beurteilung frühgeschichtlicher Schlacken (in Vorbereitung).
- 4) W. Guyan: Diskussionsbemerkung (1975): Eiseneinlagen an Bronze geräten der Urnenfelderzeit der Schweiz könnten hierher gehören.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [059](#)

Autor(en)/Author(s): Sperl Gerhard

Artikel/Article: [Technologische Beziehungen zwischen der Frühgeschichtlichen Kupfer- und Eisenmetallurgie. 181-183](#)